# BEITRÄGE

ZUR

# KENNTNISS DER TANGE.

---

Inaugural-Dissertation

der

mathematischen und naturwissenschaftlichen Facultät

der

Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg

zur Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

**Josef Grabendörfer**

aus Waldshut.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL

Mit einer lithographirten Tafel.

1885.

# BEITRÄGE
ZUR
# KENNTNISS DER TANGE.

Von den grösseren Tangen sind bekanntlich bis jetzt nur wenige Formen auf ihren anatomischen Bau und die Art ihres Zuwachses untersucht worden. Die Kenntnisse in dieser Hinsicht zu vermehren, bot sich mir eine willkommene Gelegenheit in zwei Tangen, einer *Fucacee*, *Durvillaea Harveyi* Hook. fil. und einer *Laminariee*, *Lessonia ovata* Hook. et Harvey, die in zahlreichen Exemplaren in der Sammlung des Strassburger botanischen Instituts sich finden.

Die beiden Tange sind heimisch unter andern auch an der südbrasilianischen Küste und zwar wächst der erste derselben im seichteren Strandgewässer, so dass er zur Zeit der Ebbe freiliegt, der zweite dagegen ist ein Bewohner der Meerestiefe, wo er beträchtliche Grösse (3—4 Meter Höhe) erreicht und submarine Wälder bildet[1]). Das Material wurde von Herrn Dr. Steinmann während eines Aufenthaltes in Punta Arenas gesammelt und zum Theil durch Trocknen, zum Theil in Alkohol conservirt. Die Beschaffenheit des Materials gestattete nicht, in den folgenden Angaben Vollständiges bieten zu können. Die Darstellung der Zuwachsgeschichte zunächst konnte ich nicht ab ovo beginnen, sondern musste zum Ausgangspunkt ein bereits älteres Entwickelungsstadium nehmen. Des weiteren sind Angaben über Details des Zellinhaltes unterblieben. Denn einmal ist anzunehmen, dass in dieser Hinsicht Uebereinstimmung besteht mit den übrigen Tangen, so dass Neues nicht geboten werden konnte, ferner könnten Bemerkungen darüber immer nur den Werth relativer Richtigkeit besitzen, da Veränderungen des Inhalts in Folge des Eintrocknens und der Einwirkungen des Alkohols wohl sicher stattgefunden haben. Aus dem gleichen Grunde sind auch Angaben über die Färbung des trocken braunen Thallus unterblieben.

[1]) Ueber die Lebensweise der *Lessonien* finden sich genauere Angaben bei Hooker und Harvey. Flora antarctica. II. S. 456—461.

---

## I.

### *Durvillaea Harveyi* Hook. fil.

Unsere Kenntnisse vom anatomischen Bau und der Art der Zellvermehrung bei den *Fucaceen* erstrecken sich bis jetzt fast ausschliesslich auf Formen, die bei meist gleichzeitiger Differenzirung ihres Thallus in Glieder mehr oder weniger verschiedener Form eine durchgreifende Regelmässigkeit in Stellung und Succession derselben aufweisen. Die ältere Litteratur enthält darüber nur sehr wenig. Meistens beschränkte man sich auf eine Beschreibung des äusseren Aufbaues; auch anatomische Details wurden hin und wieder angegeben. Fragen aber nach der Herkunft der Zellen im wachsenden Tange wurden überhaupt nicht gestellt, oder wenn, in der Mehrzahl der Fälle unrichtig beantwortet. Ich kann mich daher hier einer Nennung einzelner Arbeiten enthalten, und zwar um so mehr, als einmal in Kützing's »Phycologia generalis« und in Agardh's »Species, genera et ordines Algarum« mit grossem Fleisse zusammengestellt ist, was die ältere Litteratur producirt hat. Erst die letzten zehn Jahre haben eine Reihe von Arbeiten hervorgebracht, in denen eine Anzahl von *Fucaceen*formen mit Rücksicht auf die Eingangs erwähnten Fragen besprochen werden. Ich habe hier in erster Linie eine Arbeit von Reinke zu nennen: »Beiträge zur Kenntniss der Tange«, in welcher Vertreter der Gattungen *Fucus*, *Cystosira*, *Halerica*, *Blossevillaea*, *Halidrys*, *Pycnophycus*, *Ozothallia*, *Carpo-*

*glossum* mehr oder weniger eingehend in der genannten Hinsicht beleuchtet werden. Ihr schliesst sich eine Abhandlung Rostafiński's an, deren Titel: »Beiträge zur Kenntniss der Tange. Heft 1: Ueber das Spitzenwachsthum von *Fucus vesiculosus* und *Himanthalia lorea*« besagt, was sie enthält. In allerjüngster Zeit endlich hat durch Valiante die Gattung *Cystosira* in einer Arbeit: »Le Cystoseira del Golfo di Napoli« eine eingehende Besprechung erfahren.

Eine Bearbeitung von *D. Harveyi*, die sich von den genannten Formen durch Einfachheit der Gliederung und geringe Gesetzmässigkeit im Aufbau unterscheidet, erschien daher nicht uninteressant.

## I. Aeusserer Aufbau.

Der äussere Aufbau von *D. Harveyi* Hook. fil. ist durch die beschreibenden Arbeiten der älteren Litteratur genügend bekannt; er wurde zuerst von Hooker und Harvey (l. c. p. 454 ff.) ziemlich eingehend besprochen. Später hat dann Areschoug die gleiche Form einer genauen Untersuchung unterzogen (in Nov. Act. Reg. Soc. Sc. Upsal., Ser. II. XIII. p. 340 ff.)[1]. Eine Wiederholung an dieser Stelle könnte daher unter Verweisung auf die genannten Arbeiten unterbleiben. Im Interesse des Verständnisses der Angaben über die Art des Zuwachses halte ich es jedoch für geboten, den Aufbau hier nochmals kurz zu schildern.

Der Thallus von *D. Harveyi* ist einer grossen gelappten Laminarie nicht unähnlich.

Die etwa kreisförmige Haftscheibe ist auf der dem Substrate abgewandten Seite glatt oder rissig gefeldert, auf der entgegengesetzten Seite, der Oberfläche des Substrates entsprechend, mit zahn- oder leistenartigen Vorsprüngen versehen. An jungen Exemplaren ist sie ganz, an älteren häufig von grossen Löchern unregelmässig durchbrochen.

Der Laubtheil — cfr. für das Folgende die Figuren 1—3 — ist bei jungen Exemplaren auf seiner Oberfläche glatt, bei alten rissig gefeldert, an der Basis ist er stielartig zusammengezogen; nach oben hin verbreitert er sich zu einer im Umrisse etwa elliptischen Lamina mit noch näher zu besprechender Gliederung, dabei gleichzeitig an Dicke abnehmend. Im Folgenden soll unter Länge des Laubtheils eine den Stiel in seiner grössten Ausdehnung aufnehmende Richtung, unter Breite die dazu senkrechte, in der Lamina-Ebene verlaufende, unter Dicke die zu beiden senkrechte Richtung bezeichnet werden.

Der Stiel ist im Querschnitte entweder kreisförmig oder elliptisch; er ist stets solid, zeigt also niemals Hohlräume. Seine Dimensionen in verschiedenen Stadien sollen mit der Lamina zusammen angegeben werden.

Die Lamina, von ungefähr elliptischem Umriss, wird bei jungen Exemplaren, von etwa 80 Mm. Länge, vielfach nur durch eine dünne, ganzrandige Scheibe ohne bemerkenswerthe Gliederung repräsentirt; in anderen Fällen entspringen dem Rande dieser Scheibe kürzere oder längere, bald stumpfe, bald spitze Zähnchen und Lacinien. Die Lacinien laufen dabei der Längsrichtung des Laubtheils annähernd parallel. Bei anderen Exemplaren derselben Grösse wie vorige kommt es nicht zur Bildung einer solchen Scheibe, sondern aus der mässigen Verbreiterung des Stieles entspringen mehrere, meist zwei Lacinien, die nach oben hin langsam an Breite zunehmen, ohne weitere Auszweigungen zu bilden; in anderen Fällen zertheilen sich diese Lacinien wieder in mehrere, der Grösse nach verschiedene Lappen. In dieser Weise könnte hier lange fortgefahren werden, Wuchsformen junger Exemplare zu schildern; denn von Individuum zu Individuum sind dieselben schliesslich verschieden. Indessen können die beiden angeführten Hauptfälle immerhin als mehr oder weniger scharf durchgeführte Typen bezeichnet werden. Grosse und grösste Exemplare wiederholen im ganzen die eben beschriebenen Wuchsformen, unterscheiden sich aber insofern von jungen, kleinen Exem-

[1] Areschoug bemüht sich dort, nachzuweisen, dass zwischen *Durvillaea utilis* Bory und *D. Harveyi* Hook. fil. eine Differenz nicht besteht; beide sind aber entschieden gut dadurch unterschieden, dass bei ersterer die Lacinien auf dem Querschnitt elliptisch oder kreisrund und stark aufgeblasen sind (vergl. hierüber die Abbildungen in »Postels et Rupprecht, Illustrationes Algarum« tab. 1 und Decaisne, »Plantes de l'Arabie heureuse« tab. V. fig. 1 et 2 in »Archives du Muséum d'hist. nat. II«; ferner Kützing, »Phycologia generalis« p. 350), bei letzterer dagegen plattriemenförmig und meist solide. Die Diagnosen von Hooker und Harvey, l. c. p. 454, auf die allein Areschoug sich stützt, »es sei bei *D. utilis* Bory die Haftscheibe schildförmig und ganz, bei der *D. Harveyi* Hook. fil. aus einzelnen, anastomosirenden Strängen zusammengesetzt, es sei ferner die Lamina bei letzterer ziemlich solide (subsolidus), bei ersterer regelmässig wie eine Honigscheibe gekammert,« beruhen offenbar auf unvollständiger Induction und reichen allerdings zur Unterscheidung nicht aus.

plaren, als die Lacinienbildung eine viel reichlichere ist und als unter den, dem gleichen Ort, z. B. dem Scheibenrand, entspringenden Lacinien, bedeutende Differenzen in deren Ausbildung sich bemerklich machen. In Fällen, die auf den erstangeführten Typus sich zurückführen lassen, verhalten sich die dem Spreitenrande entspringenden Lacinien in der Regel so, dass die ungefähr den Stiel fortsetzende Lacinie am stärksten entwickelt ist, d. h. die grösste Länge und Breite besitzt, dass aber die seitlichen in demselben Maasse, als ihr Abstand von jener ersten zunimmt, weniger sich entwickelt zeigen. Streng durchgeführt aber ist dies durchaus nicht überall; es gehört nicht zu den Seltenheiten, dass sehr kleine Lacinien zwischen mächtig entwickelten sich finden. Bei Formen, die dem zweiten Typus folgen, ist in der Regel ein besonders auffallender Unterschied in der Ausbildung der Lacinien erster Ordnung nicht bemerkbar. Die einzelnen Lacinien selbst sind entweder nicht weiter gegliedert und dann bald lang riemenförmig und spitz zulaufend, bald aber auch kurz und ungefähr gleichmässig breit, oder aber sie zertheilen sich wieder in mannigfaltigster Weise. Im letzteren Falle spalten sie sich entweder in mehrere gleich breite und meist gleich lange Lappen, meistens in zwei, oder die Lappen sind ungleich entwickelt in der Weise, dass auf der einen Seite ein oder zwei ziemlich breite, auf der anderen Seite sehr schmale und dabei meist sehr lange Lacinien stehen. Jedes Theilstück kann sich wieder weiter verzweigen, und dabei treten dieselben Gliederungsformen auf. Indessen sind die letzten Verzweigungen in der Mehrzahl der Fälle, doch nicht ausnahmslos, schmale, sehr lange Lacinien. Für die Richtung der Lacinien höherer Ordnung gilt das schon im Anfang bemerkte.

Bei jungen Exemplaren ist die Lamina flach, höchstens sind die Ränder kraus verbogen; bei älteren Exemplaren ist dieselbe nun aber vielfach, doch nicht immer, stark verkrümmt, die schmalen und sehr langen Lacinien sind in der Art gewunden, dass die Ränder um die meist geradlinig und in einer Ebene verlaufende Mittellinie sich spiralig in die Höhe winden; die verschiedenen Theile der Lamina liegen also in verschiedenen Ebenen. Immerhin ist aber auch jetzt noch der Gesammtumriss etwa handförmig.

Von anderen Eigenschaften der Lamina sind noch zu nennen, einmal, dass der Körper derselben bei kleinen Exemplaren solide, bei grossen Exemplaren dagegen im Innern bald zerklüftet ist durch der Fläche parallele Spalten, bald auch sich ziemlich regelmässig gekammert zeigt. Die Kammerwände stehen dabei in der Regel zu einander ungefähr senkrecht; zur Oberfläche zum Theil parallel, zum andern Theil dann natürlich senkrecht. Diese Kammerung tritt bald vereinzelt auf in der Mitte der Fläche, bald erstreckt sie sich durch die ganze Breite, am Rande indessen eine schmale Zone unberührt lassend. Aeusserlich zeigt sie sich vielfach durch das Vorhandensein blasiger Auftreibungen an. Ferner ist bei kleinen wie grossen Exemplaren die Spreite oft von Löchern verschiedener Grösse und näher nicht zu bestimmender Anordnung durchbrochen. Endlich ist noch zu erwähnen, dass bei augenscheinlich älteren Exemplaren Conceptakeln auftreten.

## II. Anatomischer Bau.

Laubtheil und Haftscheibe zeigen in ihrem anatomischen Aufbau [1]) Verschiedenheiten; es soll hier zunächst der des ersteren betrachtet werden.

### a. Laubtheil.

1. Die Lamina besteht in ihrem vegetativen Theile aus zwei, oder wenn man will, auch drei, nach Form und Wandausbildung in ihren Extremen wenigstens scharf geschiedenen Zellarten. Ihnen allen ist gemeinsam, dass die äusseren Membranschichten in eine, durch ihr Verhalten gegen Reagentien von den inneren Membrantheilen verschiedene Substanz umgewandelt sind. Indessen umgibt diese Schicht nicht immer allseitig die Zellen. Jodreagentien bewirken keine Färbung derselben, in Wasser quillt sie fast bis zur Unkenntlichkeit auf, in Salzlösungen quillt sie ebenfalls, und dann ist der Grad der Quellbarkeit einmal von der Natur des betreffenden Salzes, dann von der Concentration der Lösung abhängig. Chlornatriumlösung lässt z. B. stärker quellen wie Chlorcalciumlösung gleicher Concentration. Trocken ist diese Gallerte hornartig und zeigt dann

[1]) Gleichen anatomischen Bau wie *D. Harveyi* scheint nach den Angaben Decaisne's l. c. p. 15 *D. utilis* Bory und *Splachnidium* zu besitzen. Hooker und Harvey geben l. c. p. 455 den anatomischen Bau von *D. Harveyi* Hook. fil. in Uebereinstimmung mit dem oben geschilderten an, ohne indessen sich über Details der Zellenbeschaffenheit und vor Allem über die Zusammenstellung der Zellen zu einem Gewebe, auszusprechen.

manchmal eine unregelmässige Schichtung (Risse sind hier übrigens nicht ausgeschlossen). Die so beschaffenen Schichten benachbarter Zellen gehen in einander über, eine homogene Masse darstellend, in der nicht zu unterscheiden ist, was der einen, was der anderen Zelle angehört. In den folgenden Beschreibungen soll diese Membranschicht nicht mehr besonders hervorgehoben werden.

Die äusserste Zelllage — cfr. Fig. 4 u. 5 — besteht überall aus prismatischen Zellen, deren Höhe 0,008 Mm., deren Basiskanten 0,003 Mm. resp. 0,005 Mm. im Mittel messen. Sie sind so orientirt, dass die Höhe senkrecht zur Oberfläche steht[1]).

Die den reichlichen Inhalt unmittelbar umschliessende Membran ist zunächst ein dünnes, gleichmässig dickes Häutchen, das Cellulosereaction zeigt. Auf der Aussenseite der Zelle ist die Membran beträchtlich verdickt (Fig. 6). Die Verdickungsschichten benachbarter Zellen gehen seitlich in einander über, so dass der ganze Laubtheil von einer der Aussenmembran der Epidermiszellen höherer Pflanzen ähnlichen Lamelle überzogen erscheint, die scharf abgesetzt ist gegen die unten liegenden Membranpartien. Diese Verdickungsschicht ist gelblich gefärbt, zeigt eine Schichtung in der Laubtheiloberfläche, parallele, abwechselnd hellere und dunklere Lagen; die äussere Schicht ist immer durch ihr optisches Verhalten ausgezeichnet, sie lässt mehr Licht durch als die tiefer liegenden Membranpartien. Von ihr springen nach innen zur Oberfläche keilförmige Lamellen vor, ungefähr gleichen optischen Verhaltens; dieselben stehen in der Verlängerung des Zwischenraumes zweier benachbarter Zellen, so dass die Verdickungsschicht auf der Flächenansicht sich gefeldert zeigt, der Anordnung der Zellen der äussersten Lage entsprechend. Von den Eigenschaften der Verdickungsschicht sei hier noch ihre im Verhältniss zur Gallerte geringe Quellungsfähigkeit hervorgehoben. Auf diese äusserste Zellenlage folgt eine mehrschichtige Lage von Zellen, die der eben beschriebenen in allen Punkten, abgesehen natürlich von der äusseren Verdickungsschicht, gleichgestaltet sind. Es sind diese Zellen ebenfalls meist mit ihrer Höhe senkrecht zur Laminaoberfläche gestellt; die Anordnung derselben in der Längs- und Breitenrichtung lässt eine Regelmässigkeit nicht erkennen; in der dazu senkrechten Richtung dagegen bilden dieselben je nach der Mächtigkeit verschieden deutlich hervortretende, einfache oder verzweigte Reihen.

Der innere Theil der Lamina wird gebildet von einem Zellengewebe, dessen Elemente entweder eine cylindrische (Fig. 7 u. 8) oder sternförmige Gestalt haben. Die Höhe des Cylinders beträgt 0,03 Mm., im Mittel zwischen allerdings sehr weiten Grenzen, der Durchmesser der Basis ist 0,005 Mm. Bei den sternförmigen Zellen kommt es bald zur Bildung eines etwa viereckigen Mittelstückes von 0,006 Mm. Basis, 0,003 Mm. Höhe; oder es unterbleibt die Bildung eines solchen. In beiden Fällen sind die Zacken des Sternes cylindrisch gestaltet. Die Maasse des Cylinders stimmen dabei mit den oben angegebenen überein. Die Zahl der Zacken beträgt 3 oder 4, wohl auch mehr. Diese Zellen enthalten ebenfalls reichlich Inhalt, wie Behandlung mit Chlorzinkjod ergibt. Ihre Wand ist ungleichmässig verdickt, und zwar sind die Längswände sehr stark, die Querwände, d. h. die Basiswand des Cylinders, sehr schwach verdickt; die ganze Membran färbt sich mit Chlorzinkjod blau, eine Verschiedenheit in der Intensität der Färbung kann ich nicht entdecken. Schichtung der Membran ist nicht vorhanden; besondere Structur anderer Art ebenfalls nicht; nur in wenigen Fällen habe ich auf dem Längsschnitt eine gekerbte oder gezähnte Contur des Innenrandes, statt einer geraden, wie es die Regel ist, bemerkt.

Die Zellen dieser Art sind so gestellt, dass ihre Längsrichtung mit der der Lamina etwa zusammenfällt, doch nicht immer; die cylindrischen Zellen sind unter einander zu Fäden verbunden, welche letzteren durch die sternförmigen Zellen zu einem aus wirr verschlungenen und seitlich communizirenden Zellreihen bestehenden Gewebe vereinigt sind. Bemerken will ich noch, dass den Querwänden dieser Zellen die stark quellbare Gallertschicht mangelt, so dass die Zellreihen aussehen wie Fäden mit sehr starken Längswänden, die durch zarte Querwände septirt sind. In anderen Fällen enden diese cylindrischen Zellen und Zellreihen blind und laufen vereinzelt im Gewebe.

Diese zwei, oder auch drei Arten von Zellen stehen, wie schon oben angedeutet wurde, nicht unvermittelt neben einander. Es finden

[1]) Die folgenden Messungen sind, wo dies nicht anders bemerkt, an Material ausgeführt, das in NaCl-Lösung sich befand.

sich vielmehr Uebergänge zwischen denselben, die, wenn die von Zellen der beiden ersten Arten gebildete Gewebelage als äussere Rinde, die von denen der letzten Art gebildete als Mark bezeichnet wird, als eine innere Rinde sich zwischen Mark und äussere Rinde einschalten. Eine scharfe Grenze zu ziehen, ist nicht möglich. Die Uebergangsformen bestehen darin, dass sich zunächst an die Zellen der äusseren Rinde solche von etwa würfelförmiger Gestalt anreihen, unter gleichzeitiger Vergrösserung des Abstandes der Lumina nach allen Seiten hin; dann schliessen sich ähnliche Zellen mit kurzen Aussackungen an; in tieferen Lagen sind dazu noch kleine cylindrische Zellen, die in der Fortsetzung der Aussackungen liegen, getreten. Darauf folgen endlich die das Mark zusammensetzenden Zellen. Hand in Hand damit geht eine Verdickung der Membran. Zellen anderer Art und anderer gegenseitiger Stellung finden sich im vegetativen Theile der Lamina nicht; es ist vielleicht nicht überflüssig, besonders hervorzuheben, dass nirgends eine durch Grösse und Gestalt, sowie bestimmte Regelmässigkeit der Nachbarelemente ausgezeichnete Zelle oder Zellgruppe vorhanden ist.

2. Der Stiel zeigt in seinem anatomischen Aufbau vollkommene Uebereinstimmung mit der Lamina.

### b. Die Haftscheibe.

Die Haftscheibe besteht ebenfalls wie der Laubtheil aus drei Arten von Zellen. Auf der dem Substrate abgewandten Seite liegt zu äusserst eine Zellschicht, die in jeder Hinsicht mit der für den Laubtheil beschriebenen äussersten Gewebelage übereinstimmt [1]). Darunter folgt dann eine stets mehrschichtige, in der Regel siebenschichtige Gewebelage, deren Zellen nach Grösse, Bau und Anordnung übereinstimmen mit den, die äussere Rinde des Laubtheiles zusammensetzenden Elementen. Beide zusammen mögen als Rinde bezeichnet sein. Darauf folgt eine sehr mächtig entwickelte, den noch übrigen Theil der Haftscheibe zusammensetzende Lage von Zellen von ungefähr würfelförmiger bis prismatischer Gestalt. Die Höhe dieser Zellen ist 0,016 Mm., bei prismatischen Zellen ist die Basis etwa doppelt so lang. Inhaltskörper sind nur spärlich vorhanden; in den dem Substrat unmittelbar aufliegenden Gewebeschichten sind die Zellen indess mit einer tiefbraunen, das ganze Lumen einnehmenden Masse erfüllt. Die Membran ist zusammengesetzt aus drei Schichten; einer innersten, mit Chlorzinkjod stark sich bläuenden, einer darauf folgenden, mit demselben Reagens beträchtlich schwächer sich färbenden Schicht; und endlich der bekannten, zwischen zwei benachbarten Zellen eine Mittellamelle bildenden Gallerte. Die Membran ist farblos, nur bei den der Unterlage aufliegenden Zellen gelblich braun gefärbt. Diese Zellen sind in der Art zu einem Gewebe zusammengestellt, dass zur Oberfläche ungefähr senkrechte Zellreihen entstehen; in zur Oberfläche paralleler Richtung tritt eine solche Regelmässigkeit nicht hervor. Bemerkenswerth ist der vollständige Mangel besonderer Haftorgane, etwa Haaren auf der Haftfläche, wenigstens bei dem mir vorliegenden Material.

[1]) Nicht selten setzt sich hier von der Cuticularschicht, wenn hier der Ausdruck der Kürze halber erlaubt ist, ein dunkler Streifen in die Mittellamellengallerte hinein fort.

### III. Wie wächst der Laubtheil?

Zur Beantwortung dieser Frage ist zunächst festzustellen, welche Partien des Laubtheils einen Zuwachs zeigen und nach welchen Richtungen; weiter, wo die Orte dieses Zuwachses liegen, und wie deren Thätigkeit erfolgt. Ersteres wird ermöglicht durch Vergleichung der Dimensionen des Laubtheils resp. seiner Glieder in verschiedenen Entwickelungsstadien. Es soll daher hier eine Reihe von Messungen an Pflanzen verschiedener Grösse vorgeführt werden. Die Messungen sind ausgeführt an getrocknetem Material.

Ein Exemplar von 80 Mm. Gesammtlänge besitzt einen Stiel von 18 Mm. Länge, 1,5 Mm. Dicke an der Basis, beim Uebergange in die Lamina eine solche von 0,5 Mm. Die Lamina ist 60 Mm. lang, 30 Mm. breit und an der Basis so dick wie der Stiel an der Uebergangsstelle; an den Rändern beträgt die Dicke 0,1—0,2 Mm., die Lamina nimmt dabei sehr allmählich von den dicksten nach den dünnsten Partien hin ab. Bei einem zweiten Exemplar von 200 Mm. Gesammtlänge ist der Stiel 50 Mm. lang, 2,5 Mm. dick; die Scheibe der Lamina 150 Mm. lang und an der breitesten Stelle 60 Mm. breit; die Dicke beträgt an der Basis circa 1,25 Mm.; nach oben und nach den Rändern hin nimmt sie allmählich ab; am Rande beträgt sie schliesslich noch 0,25 Mm.

Bei einem dritten Exemplar, das eine Gesammtlänge von 700 Mm. erreicht, ist der Stiel 90 Mm. lang, 7 Mm. dick, 15 Mm. breit; das Fussstück der handförmig gelappten Lamina, das die erwähnte Zerklüftung besitzt, ist von ungefähr rhombischer Form und 190 Mm. lang, 110 Mm. breit an der breitesten Stelle. Die Dicke der letzteren beträgt an der Uebergangsstelle aus dem Stiel 3,5 Mm. und nimmt von dort aus nach oben und den Rändern hin allmählich ab, so dass sie am Rande noch circa 1 Mm. beträgt. Die Lacinien junger Exemplare besitzen bei einer Länge von 10—20 Mm. an der Basis eine Breite von 1—1,5 Mm., eine Dicke von etwa 0,25 Mm. und weniger. Von Lacinien grosser Exemplare ist z. B. die eine 150 Mm. lang, an der Basis 5,5 Mm. breit; nach oben zu läuft sie in eine 0,5 Mm. breite Spitze aus; die Dicke misst in allen Theilen ungefähr gleich viel, 0,25 Mm. Eine andere, mit einer Gesammtlänge von 650 Mm., beginnt mit 15 Mm. breiter Basis, verbreitert sich auf 80 Mm. und spaltet sich dann. Der eine Ast zeigt die Eigenthümlichkeit, dass er sich plötzlich von 8 auf 20 Mm. verbreitert, um sich, nachdem er sich 20 Mm. auf dieser Breite gehalten, ebenso rasch wieder auf 8 Mm. zu verdünnen und schliesslich in ein, in der bekannten Weise gewundenes, sehr allmählich sich zuspitzendes Band auszulaufen. Die Dicke der Lacinie beträgt im letzteren Falle an der Basis 0,75, an der Spitze 0,25 Mm.

Aus diesen Angaben folgt für die Lamina und deren Lacinien, dass überall ein Zuwachs erfolgt, das Wachsthum also nicht rein progressiv ist; es bleibt, soweit wenigstens das vorliegende Material zu urtheilen gestattet, z. B. die Basis einer Lacinie nach Erreichung einer bestimmten Stärke nicht im Wachsthum stille stehen. Dieses Wachsthum erfolgt nach allen drei Raumrichtungen, so dass z. B. der scheibenförmige Theil der Lamina successive eine Zunahme in die Dicke, Länge und Breite erfährt.

Die gleichen Folgerungen ergeben sich für den Stiel.

Lamina. Ich gehe nun über zur Feststellung des oder der Zuwachsorte der Lamina und zwar soll zunächst festgestellt werden, wo und wie die Dickenzunahme bewirkt wird. Zu dem Zwecke wird eine Betrachtung der Veränderungen in successive dickeren Laminatheilen nothwendig sein.

Ein 0,09 Mm. dickes Laubtheilstückchen zeigt eine zwei- bis dreischichtige äussere Rinde, die auf jeder Seite 0,016 Mm. im Mittel dick ist; die Markschicht ist im Mittel fünfschichtig[1]) und misst 0,03 Mm. in der Dicke; der Rest kommt der inneren Rinde zu, die etwa dreischichtig zu beiden Seiten je eine Dicke von 0,014 Mm. erreicht. Bei einem anderen Stückchen von 0,2 Mm. Gesammtdicke ist die äussere Rinde 0,016 Mm. dick und auf jeder Seite zwei- bis dreischichtig, das Mark dagegen misst 0,08 Mm. in die Dicke und ist neunschichtig, die innere Rinde misst beiderseits 0,03 Mm. und ist drei- bis vierschichtig. Ferner zeigt ein 0,4 Mm. dickes Stückchen eine beiderseits fünf- bis sechsschichtige, 0,06 Mm. dicke äussere Rinde, ein 15- bis 20schichtiges, 0,16 Mm. dickes Mark und eine vierschichtige, auf jeder Seite 0,06 Mm. dicke innere Rinde. Bei ganz alten Exemplaren endlich beträgt bei einer Gesammtdicke von 1,25 Mm. die Dicke der äusseren Rinde 0,1 Mm. Die Schichtenzahl ist 11; die innere Rinde ist 12—15schichtig und ebenfalls beiderseits 0,1 Mm. dick; das Mark ist nach Schätzung etwa 100schichtig und 0,8 Mm. dick. Bei zerklüfteten Thallusstücken schliesslich ist im Mittel die äussere Rinde siebenschichtig und 0,06 Mm. dick, darauf folgt eine etwa ebenso starke innere Rinde und dann das in der bekannten Weise zerrissene Mark.

Bei der Zunahme eines beliebigen Laminastückchens in Richtung der Dicke findet also zunächst einmal eine stetige Vermehrung der Markzellen statt. Desgleichen eine solche der Elemente der äusseren und inneren Rinde, wenn auch nicht in demselben Verhältnisse. Die Partie des Gewebes nun aber, in welcher Zellvermehrung nach der Anordnung der Elemente anzunehmen gestattet ist, ist in erster Linie die äussere Rinde, wie die Zusammenstellung der Zellen in Reihen es beweist. Die Zuwachszone selbst ist die äusserste Schicht, wie die Fächerung von deren Zellen durch zarte Wände darthut. Als Zuwachsregion kommt in zweiter Linie die innere Rinde in Betracht; und zwar findet dort eine Vermehrung der Elemente in der Weise statt, dass die Zellen Aussackungen treiben, die durch Querwände abgegliedert werden und sich selbst auch noch weiter theilen. Im

[1]) Dieser Ausdruck mag um der Kürze willen gestattet sein, correcter müsste ich sagen: Durch eine zur Oberfläche senkrechte Linie werden so und so viel Zellen getroffen.

Marke hingegen findet keine nachweisbare Vermehrung der Elemente aus Markzellen, etwa durch Theilung derselben oder seitliche Sprossung statt. Mit Nothwendigkeit drängt sich daher die Annahme auf, dass die Zellen der inneren Rinde allmählich in Markzellen übergehen, eine Annahme, die in den beschriebenen Uebergangsformen eine vorzügliche Stütze findet. Die dadurch nothwendig werdende beständige Erneuerung der Zellen der inneren Rinde findet von der äusseren Rinde aus statt; dies beweist neben den bekannten Uebergangsformen besonders die Anordnung der würfelförmigen und der mit kurzen Aussackungen versehenen Zellen in Reihen, die die unmittelbare Fortsetzung von Zellreihen der äusseren Rinde bilden. Es vollzieht sich also das Dickenwachsthum der Lamina in der Art, dass die Zellen der äusseren Schichten, wie ein einseitig thätiges Cambium wirkend, durch tangentiale Wände fortgesetzt sich theilen und so dem Innengewebe neue Elemente zufügen, die unter Durchlaufung verschiedener Uebergangsformen successive in mehrere Markzellen sich umwandeln.

Um nun auf die Frage nach Längen- und Breitenwachsthum der Lamina zu kommen, so ist zunächst festzuhalten, dass bei fortgesetztem Dickenwachsthum und in Folge davon continuirlicher Vergrösserung der Oberfläche die Zellen der äusseren Rinde stets in lückenlosem Verbande bleiben und eine Streckung in tangentialer Richtung [1]) nicht erfahren. Diese Thatsachen sind aber bei fortgesetztem Dickenwachsthum nur dann möglich, wenn in der Zuwachszone nicht nur Theilungen durch tangentiale, sondern auch durch radiale Wände stattfinden. Und zwar werden dies nicht nur radiale Längswände, durch welche Breitenwachsthum bewirkt wird, sondern auch radiale Querwände, welche der Ausdruck des Längenwachsthums sind [2]), sein, wie folgende Betrachtung ergibt. Der Abstand der Zelllumina in der äusseren Rinde ist beträchtlich kleiner wie der der inneren Rinde. Zum zweiten sind die Zellen des Markes bedeutend länger wie die der inneren und äusseren Rinde; da nun die benachbarten Zellen der inneren Rinde auch ihre längsgerichteten Aussackungen auf einander zu treiben, so dass ein zusammenhängendes Fadensystem entsteht, so ist klar, dass diese Thatsache das Längenwachsthum der äussersten Schichten zur Voraussetzung hat. Die blind endigenden Fäden, Aussackungen also, die mit den übrigen in einen Gewebeverband nicht zusammentreten, kommen — bei der Gelegenheit mag das bemerkt sein — ausschliesslich in alten zerklüfteten Thallustheilen vor; sie schlagen in der Regel keine bestimmte Richtung ein, sind daher auch aus dem Grunde nicht der Ausdruck des Wachsthums in einer bestimmten Gesammtrichtung.

Mit dem Dickenwachsthum geht an jeder einzelnen Stelle also Längen- und Breitenzunahme Hand in Hand.

Es bleibt nun aber noch festzustellen, ob für die Zunahme in der Richtung der Länge und Breite nicht noch besondere Zuwachsorte — Vegetationspunkte — vorhanden sind.

Was zunächst die Zunahme in der Richtung der Breite betrifft, so liegt es nahe, im Rande der Lamina eine Zuwachsstelle zu suchen, die etwa in der gleichen Weise thätig wäre, wie es später von *Lessonia* geschildert werden soll. Nichts spricht aber dafür, dass Wachsthum und Zelltheilungen am Rande auch nur mit besonderer Intensität stattfinden. Ebenso wenig lassen sich Zuwachszonen von ungefähr gleichbleibender Gesammtgestalt auf der Fläche der Lamina nachweisen.

Die Zunahme in der Längsrichtung liesse sich auf die Thätigkeit einer den oberen Rand einnehmenden Vegetationskante zurückführen. Eine solche ist ebensowenig zu constatiren, wie für das Breitenwachsthum. Des weiteren ist auch keine Längenzuwachszone auf der Fläche, etwa an der Uebergangsstelle von Lamina zum Stiel, vorhanden. Endlich wäre noch daran zu denken, dass von einem einzelnen Punkte des Laminarandes aus eine Vermehrung des Gewebes in der Längsrichtung stattfindet. In dem Falle wäre nach Allem, was bis jetzt bekannt, zu erwarten, dass die ihn einnehmenden Gewebeelemente durch besondere Form und Stellung sich auszeichnen. Ein solcher Punkt ist, wie schon hervorgehoben, nicht nachzuweisen. Des weiteren ist auch anzunehmen, dass die Lacinien zu einem solchen Punkte eine be-

[1]) Vereinzelt finden sich wohl auch tangential gestreckte Zellen, doch in der Regel in Vertiefungen der Oberfläche, so dass die Dehnung wohl veranlasst ist durch den Zug der umgrenzenden, stark wachsenden Partien der Zuwachszone.

[2]) Die Wände in den drei verschiedenen Richtungen stehen indess nicht zu einander senkrecht.

stimmte Beziehung zeigen würden. Das ist aber ebenfalls nicht zu sehen.

Für Breiten- und Längenzuwachs sind daher besondere streng orientirte Vegetationspunkte nicht vorhanden; es findet vielmehr an jeder Stelle der Lamina ein Zuwachs nach allen drei Raumrichtungen statt, dem einzig und allein die Vergrösserung der Lamina zuzuschreiben ist.

Der Zuwachs nach den drei Raumrichtungen findet nun nicht überall mit gleicher Ausgiebigkeit statt, wie der einfache Hinweis auf die Form der Lamina zeigt. Die Folgen dieser Ungleichmässigkeit mögen hier noch betrachtet werden. Ein Gegensatz zwischen Spitze und Basis macht sich insofern meist, nicht immer, geltend, als an ersterer vorwiegend Längen-, an letzterer dagegen vorwiegend Dicken- und Breitenwachsthum auftritt. Das beweist bei den Lacinien die zugespitzte Form. Bei ihnen und auch bei der Scheibe junger Pflänzchen findet auf jedem Abschnitt einer Lacinie oder der Scheibe verschiedene Stärke des Längen- und Breitenwachsthums statt. Bei ersteren macht sich dieselbe geltend zwischen entgegengesetzten Rändern und Flächen, bei letzteren zeigt der mittlere Theil der Scheibe geringeres Längenwachsthum wie der Rand. Daher rührt einerseits die bekannte Gestalt der Lacinien, andererseits die leichte Wellung des Laminarandes.

Die Lacinien entstehen als kleine Zäpfchen von ungefähr überall gleicher Dicke, doch sind sie meist, im Anfange wenigstens, etwas, wenn auch unbedeutend, dünner wie der Laminatheil, dem sie entspringen. Es ist daher anzunehmen, dass sie durch gesteigerte Zellvermehrung auf einer kleinen, etwa kreisförmigen Partie des Randes entstehen, nicht aber das Product sind von besonders starker Zellvermehrung in einer, vom Rande aus rückwärts liegenden Partie der Lamina.

Als Consequenzen der ungleichmässigen Zellvermehrung auf jeder Stelle nach allen drei Raumrichtungen ergeben sich weiter die Spaltung des Innenkörpers des Gewebes und ferner auch dessen Kammerung. Es ist klar, dass, wenn in einem beliebigen Laminastücke zu beiden Seiten ein überwiegendes Flächenwachsthum stattfindet, gleichgiltig ob in die Breite oder in die Länge, in der inneren, mittleren Partie des Gewebekörpers zunächst eine starke Dehnung resp. Streckung der dort liegenden, nicht mehr weiter wachsthumsfähigen Elemente stattfinden wird. Ist aber einmal ein bestimmter Grad der Dehnung überschritten, so findet die Bildung eines Risses statt, und zwar wird derselbe der Richtung der wirkenden Kräfte parallel laufen. In vielen Fällen mag, wenn gleichzeitig von aussen her ein Druck geübt wird, der Riss der Wahrnehmung sich entziehen. In anderen Fällen wird er als solcher bemerkbar sein, und zwar wird ein einfacher Spalt entstehen, wenn ein vorwiegend in einer Richtung wirkender Zug vorhanden ist; die beschriebene Kammerung dagegen wird das Resultat von mehreren, in verschiedenen Richtungen und an verschiedenen Punkten wirkenden Zugkräften sein. Die Löcherbildung in der Lamina kommt wohl durch gewaltsames Auseinanderreissen des Gewebes zu Stande; jüngste Stadien solcher Risse liegen mir nicht vor. Ob nun aber durch eine besondere Trennungsschicht das Auseinandertreten des Gewebes vorbereitet worden ist oder nicht, auf alle Fälle muss, damit eine Lücke gebildet werden kann, ein gesteigertes Wachsthum der um einen Punkt oder eine Linie herumliegenden Gewebetheile stattfinden, in der Art, dass jene beiden zur Fläche werden. Eine Ueberwallung des Risses von der Epidermis aus findet nicht statt; dagegen finde ich in unmittelbarer Fortsetzung des Markes eine Zellenlage, deren Elemente mit braunem Inhalte gefüllt sind und Reihenanordnung zeigen, so dass daraus mit Sicherheit angenommen werden darf, dass der Wundverschluss in derselben Weise sich vollzieht, wie dies später für *Lessonia* zu schildern sein wird, und dass eine Trennungsschicht nicht vorhanden ist.

Stiel. Im Stiele findet der Zuwachs nach den drei Raumrichtungen genau in derselben Weise statt, wie in der Lamina. Ein Unterschied ist hier nur insofern zu constatiren, als ein beträchtliches Ueberwiegen einer bestimmten Wachsthumsrichtung sich nicht bemerkbar macht.

Das Gewebe ist daher so fest gefügt, dass auf dem Querschnitt das Bild eines parenchymatischen, auf dem Längsschnitte das eines prosenchymatischen Gewebes — nach alter Terminologie — sich zeigt (dabei brauchen aber die scheinbaren Zellenden durchaus nicht die wirklichen Zellenden zu sein).

## IV. Wie wächst die Haftscheibe?

Zur Beantwortung dieser Frage muss derselbe Weg eingeschlagen werden, der schon bei der Erörterung des gleichen Punktes für die Lamina betreten wurde. Die Dimensionen sind die folgenden: Der Durchmesser der Haftscheibe beträgt bei den mir vorliegenden jungen Stadien im Mittel 10 Mm. Die Dicke misst in der Mitte 0,5-1 Mm., am Rande, der vielfach nach unten umgebogen ist, 0,2—0,5 Mm. Bei grösseren Exemplaren beträgt in einem Falle der Durchmesser 40—50 Mm., in einem anderen Falle messen die gleichen Dimensionen 60—70 und 15 Mm. Es besitzt also die Haftscheibe ein continuirliches, Vergrösserung der Oberfläche und der Dicke bewirkendes Wachsthum. Wie das letztere zu Stande kommt, ist ohne weiteres aus dem anatomischen Bau klar.

Es ist auch hier wieder die äusserste Zellschicht, durch deren Thätigkeit eine stetige Zufügung von Zellen zu den vorhandenen, zunächst in zur Oberfläche senkrechter Richtung stattfindet. Damit muss selbstverständlich, wie sehr einfache Betrachtungen lehren, auch eine Vermehrung der Zellen in der Fläche verbunden sein. Da nun auf der Oberseite dem Wachsthum eine Grenze, wenigstens soweit das vorliegende Material zu urtheilen gestattet, niemals gezogen ist; auf der Unterseite die Zellen aber alle in einem weiter nicht veränderlichen Zustande sind, so leuchtet ein, dass die Haftscheibe schliesslich gekrümmt sein muss, wobei die Oberseite convex ist. Daher rührt es, wenn der Rand vielfach nach der Unterseite umgebogen ist. Es fragt sich nun, ob es der Haftscheibe möglich sein wird, solche Krümmungen auszuführen. Die Antwort darauf muss mit »Nein« gegeben werden. Die einmal mit dem Substrat in Berührung gekommenen Theile der Unterseite hängen mit demselben zu fest zusammen, als dass eine Losreissung derselben von letzterem erreicht werden könnte. Andererseits ist aber, wie die Thatsachen zeigen, der Zusammenhang der einzelnen Zellen unter einander zu fest, als dass durch die von der Oberfläche ausgehende Spannung derselbe zerstört, also eine Spalte gebildet werden könnte. Die Folge davon wird sein, dass die oberen Partien der Haftscheibe successive nach dem Rande vom Mittelpunkte der Scheibe weggedrängt werden, dass schliesslich die am Rande liegenden Theile in die Unebenheiten des Substrates sich einkeilen. Die so eingeklemmten Stücke nehmen nach und nach die Beschaffenheit von Dauergewebe an, die nächstliegenden Partien der oberen Fläche werden sich darüber hinweg weiter vorschieben und schliesslich sich ebenso verhalten. Auf diese Weise ist das Vorhandensein von Zähnen und Leisten, die Thatsache des ziemlich allmählichen Uebergangs von Zellen der Rinde in solche des Dauergewebes in der Oberfläche paralleler Richtung, und endlich die noch nicht erwähnte Beobachtung, dass in den Randpartien die Reihen der Rindenzellen nicht mehr zur Oberfläche senkrecht, sondern dazu bedeutend schief gestellt sind, zu erklären.

Das Wachsthum in der Zuwachszone erfolgt nun auch hier nicht nach allen Richtungen gleichmässig. In den der Ansatzstelle des Laubtheiles naheliegenden Partien herrscht stets eine vorwiegend Dickenwachsthum befördernde Thätigkeit, in den Randpartien wohl ein Flächenvergrösserung bewirkender Zuwachs.

In der Zone indessen, in der die eine oder andere Wachsthumsart überwiegt, braucht dieselbe natürlich nicht an allen Punkten mit gleicher Intensität stattzufinden. Auf diese Eigenthümlichkeit ist es zurückzuführen, wenn die Oberfläche nicht glatt, sondern rissig geworden ist. Die Lacunenbildung ist auf dieselben Ursachen zurückzuführen, wie sie für die gleiche Erscheinung im Laubtheil angegeben wurden.

## V. Einiges über die Conceptakeln.

Die Conceptakeln[1]) finden sich auf der ganzen Lamina meist dicht bei einander, vereinzelt wohl auch auf dem Stiel; dieselben enthalten bei einer und derselben Pflanze entweder nur Antheridien oder nur Oogonien, so dass *Durvillaea* diöcisch ist. Eine Verschiedenheit der Wuchsform ist indessen, wie nachträglich hier bemerkt sein mag, bei Pflanzen verschiedenen Geschlechtes nicht zu sehen.

---

[1]) Der Bau der Conceptakeln wurde von Decaisne l. c. p. 152 schon beschrieben für *Durvillaea utilis* Bory; ebenso von Hooker und Harvey; erst letztere erkannten indessen die für *Durvillaea*, wie es scheint, charakteristische Theilung der Oogonien in vier Oosphären, l. c. p. 455. Männliche Conceptakeln hat Decaisne nicht gefunden.

Die Form der Conceptakeln stimmt mit der von *Fucus*, wie sie durch Thuret's[1] Untersuchungen bekannt ist, überein, nur sind die Conceptakeln von *D. Harveyi* in allen Dimensionen so beträchtlich kleiner als jene, dass sie makroskopisch nicht wahrnehmbar sind. Der bauchige Theil des Hohlraumes sitzt in der inneren, der spitz zulaufende Ausführgang in der äusseren Rinde. Die ganze Höhlung ist umkleidet von den unveränderten Zellen des umgebenden Gewebes.

Der Inhalt der Conceptakeln besteht aus Paraphysen und weiter entweder Oogonien oder Antheridien; dieselben stimmen mit denen von *Fucus* nach Bau und gegenseitiger Stellung überein, so dass eine eingehende Beschreibung derselben unter Verweisung auf die bereits citirte Arbeit Thuret's unterbleiben kann. Als Differenzen sind nur hervorzuheben einmal, dass die Dimensionen bei *Durvillaea* auch hier bedeutend geringer sind, wie bei *Fucus*, ferner dass die Oogonien nicht in acht, sondern nur in vier Oosphären zerfallen, und zwar soll dies nach Hooker und Harvey in der Weise geschehen, dass das Oogonium sich durch zwei Querwände zunächst in drei Zellen theilt; die mittlere derselben theilt sich durch eine Längswand in zwei Tochterzellen.

Ueber das Zustandekommen des Hohlraumes kann etwas bestimmtes leider nicht mitgetheilt werden; nach den vorliegenden Präparaten scheint es mir, als ob in der äusseren Rinde zunächst eine etwa kugelförmige, allseitig umschlossene Höhlung entstände, die später nach aussen hin sich fortsetzend schliesslich das Gewebe durchbricht. Conceptakeln verschiedener Entwickelungsphasen finden sich übrigens überall neben einander; es sind nicht etwa die Stadien gleicher Entwickelung auf einen bestimmten Ort beschränkt[2].

Alte Conceptakeln werden in der Art geschlossen, dass die umliegenden Zellen zu Fäden auswachsen, die schliesslich den ganzen Bauchtheil erfüllen[1]. Den Verschluss der Mündung konnte ich nicht beobachten.

## VI. Vergleich mit anderen Fucaceen.

Zum Schlusse dürfte es nicht uninteressant sein, die Wachsthumsweise von *D. Harveyi* Hook. fil. mit der der anderen *Fucaceen* zu vergleichen.

Der anatomische Aufbau der meisten *Fucaceen* ist wenigstens bis zu einem bestimmten Stadium ihrer Entwickelung insofern einfacher als, von der Haftscheibe abgesehen, der Thallus nur aus Zellen prismatischer bis würfelförmiger Gestalt zusammengesetzt ist, die zu einem parenchymatischen Gewebe in der Art angeordnet sind, dass die grössten Zellen, mit ihrer grössten Ausdehnung in die Längsaxe des betreffenden Gliedes fallend, als Markkörper die innersten Partien des Gewebes bilden. Daran schliessen sich dann allseitig successive kleiner werdende Zellen. Erst in ziemlich alten Theilen des Thallus tritt dann dazu bei der Mehrzahl der Formen noch ein Hyphengeflecht, dessen Elemente mehr oder weniger reichlich zwischen die obigen Zellen eingeschoben sind. Von den in der Einleitung genannten Arten sollen sie nach Reinke nur *Pycnophycus* ganz fehlen, bei *Cystosira* und *Halerica* nur in ganz alten Thallustheilen, bei *Sargassum* ausserdem nur ganz spärlich auftreten.

Nicht unbeträchtlich lange findet in der äussersten Zellschicht eine Bildung von Zellen nach allen drei Raumrichtungen statt und die nach innen abgeschiedenen Elemente wandeln sich successive durch Dehnung und Streckung in Zellen des Markes um. Zahlenangaben fehlen mir leider über die Mächtigkeit der Markschicht in Gliedern verschiedener Dicke; für alle Fälle soll daher die Giltigkeit jener Behauptung auch nicht ausgesprochen sein. Später tritt dazu eine andere Wachsthumsart, darin bestehend, dass die dem Markkörper unmittelbar anliegenden Zellen zu Fäden auswachsen, die zwischen die vorhandenen Markzellen und die der Rinde auch wohl eintreten. In manchen Fällen verliert dabei die Epidermis ihre Theilungsfähigkeit, wird sogar nach Reinke abgestossen und durch ein dem Wundkorke höherer Pflanzen ähnliches Gewebe, das der

---

[1] Thuret, Recherches sur la fécondation des Fucacées. Ann. des sc. nat. Sér. 4. T. 2. Tab. 12 et 13.

[2] Diese Art der Conceptakelnentwickelung stimmt also weder mit der von Valiante für *Cystosira* (l. c.) noch mit der von Bower (»On the Development of the conceptacle in the *Fucaceae*.« Quart. Journ. of Microscop. Science. London 1880) für *Fucus*, *Ozothallia* und *Halidrys* angegebenen überein.

[1] Dies ist auch für *D. utilis* von Decaisne beobachtet worden (l. c. p. 154 ff.).

Rinde entstammt, ersetzt [1]). Letzteres soll z. B. bei *Fucus* der Fall sein. Ein principieller Unterschied zwischen der Wachsthumsweise von *Durvillaea* und den übrigen *Fucaceen* besteht soweit also nicht. Ueberall ist es die äusserste Zellschicht, die als eine Art von Cambium, so lange sie überhaupt theilungsfähig ist, fungirt; eine Differenz besteht bei den verschiedenen Arten nur in dem Verhalten der von ihr abgeschiedenen Zellen, die im einen Falle einfach sich strecken und dehnen, im anderen Falle zu Fäden auswachsen und ein hyphenartiges Gewebe bilden. Die Bildung blinder Aussackungen bei *Durvillaea* ist wohl dem Auswachsen von Rindenzellen zu Hyphen bei *Fucus* analog.

Ein bemerkenswerther Unterschied besteht nun aber zwischen *Durvillaea* und den sämmtlichen anderen *Fucaceen* — mit Ausnahme vielleicht von *Splachnidium* — darin, dass ersterer der nach unseren heutigen Kenntnissen bei sämmtlichen übrigen vorhandene scheitelständige Zuwachspunkt - Vegetationspunkt — mangelt. Es hat derselbe insofern noch besondere Bedeutung, als bei einer ganzen Reihe von Arten die normale Verzweigung durch Dicho- oder Polytomie des Scheitels zu Stande kommt. Für die *Cystosira*-arten ist von Valiante festgestellt worden, dass bei ihnen die Verzweigung dadurch erzeugt wird, dass eine oberflächliche Zelle zur Scheitelzelle eines neuen Gliedes wird. Diese Zelle hat dann aber zum Scheitel des Muttergliedes immer eine bestimmte Stellung.

Ein solcher Ort mangelt *Durvillaea* vollkommen.

---

## II.

### *Lessonia ovata* Hook. et Harvey.

Von der *Phaeosporeen*gruppe der *Laminarieae* haben bis jetzt nur wenige Formen eine eingehende, anatomischen Bau und Wachsthumsweise berücksichtigende Bearbeitung gefunden. Le Jolis hat im Jahre 1855 schon in einer »Examen des espèces confondues sous le nom de *Laminaria digitata*, suivi de quelques observations sur le genre *Laminaria*« [1]) betitelten Abhandlung den anatomischen Bau, die Art der Lauberneuerung resp. Vermehrung und die Art des Dickenwachsthums des Stieles bei der im Titel genannten Artengruppe dargelegt.

Zwei Jahrzehnte später, 1876, hat dann Reinke in seinen »Beiträgen zur Kenntniss der Tange« [2]) Untersuchungen über *Laminaria* und *Alaria* veröffentlicht. Darin bestätigt er betreffs der erstgenannten Gattung die Angaben Le Jolis' zum Theil, zum Theil ergänzt er sie. In allerjüngster Zeit endlich, 1884, hat H. Will Beobachtungen über *Macrocystis luxurians* Hooker et Harvey (in »Zur Anatomie von *Macrocystis luxurians* Hooker et Harvey«) [3]) publicirt, in denen neben einer eingehenden Darstellung der anatomischen Verhältnisse auch Fragen nach der Wachsthumsweise ihre Berücksichtigung finden. Es wird sich in der folgenden Arbeit über *Lessonia ovata* vielfach Gelegenheit bieten, auf die Angaben in den eben angeführten Abhandlungen zurückzukommen.

### I. Aeusserer Aufbau.

Ueber *Lessonia* im Allgemeinen enthält die ältere, beschreibende Litteratur mancherlei Notizen.

Dieselben beziehen sich indessen in der Regel nur auf den makroskopisch wahrnehmbaren Aufbau; hin und wieder findet sich auch eine Angabe über anatomische Details und Zuwachserscheinungen. Eine namentliche Anführung aller dieser Arbeiten und Besprechung ihrer meist richtigen Angaben halte ich aber nun um so weniger für geboten, als dieselbe bereits durch Agardh in dessen »Species, genera et ordines Algarum« eine Zusammenstellung erfahren haben. Ich beschränke mich hier vielmehr darauf, hervorzuheben, dass *Lessonia ovata* Hook. et Harv. im Speciellen von Hooker und Harvey in deren »Flora antarctica« (p. 455–461) ziemlich eingehend behandelt wurde. Nicht nur der Aufbau, soweit er sich äusserlich darbietet, sondern auch anatomische Details, letztere allerdings nur oberflächlich, werden von

[1]) Bei den mir vorliegenden Exemplaren von *Durvillaea* fanden sich häufig hellbraune Flecke auf der Oberfläche, die sich bei genauerer Untersuchung als abgestossene Zellen der äusseren Rinde erwiesen. In diesem Falle war jedoch nicht ein Wachsthumsvorgang der Grund der Erscheinung, sondern sie war, wie das Experiment bewies, dadurch veranlasst, dass an einzelnen Wundstellen eingedrungenes Wasser starke Quellung der Gallerte bewirkte. Durch den dadurch entwickelten Druck wurde dort der Verband der Zellen gelöst und beim Eintrocknen entstanden dann durch die isolirt liegenbleibenden Zellen und Zellgruppen hellbraune Flecke.

[1]) Nova Acta Acad. Leop. Carol. 1855.

[2]) Pringsh.'s Jahrbücher f. wiss. Bot. 10. Bd. 1876, S. 317—382.

[3]) Bot. Ztg. 1884. S. 801 ff.

ihnen besprochen und zwar richtig, so dass ich hier die Beschreibung der beiden Forscher wörtlich wiedergeben könnte, wenn nicht die bei dieser Arbeit verfolgten Zwecke eine Erweiterung derselben in vielerlei Hinsicht geböten.

Der Thallus baut sich auf aus einem dem Substrat aufgedrückten Wurzeltheil, dessen Masse aus vielfach verschlungenen und verschiedentlich gestalteten Strängen besteht, einem regelmässig dichotomisch verzweigten Stiel, dessen letzte Gabeläste sich sehr allmählich verbreitern und verdünnen in je eine glatte, im Umrisse lang-eiförmige Lamina.

Die Oberfläche von Wurzeltheil und Stiel ist glatt oder durch Risse verschiedener Grösse oder auch durch Warzen rauh. In einem Falle bedeckt der Wurzeltheil eine etwa kreisförmige Fläche von 130 Mm. Durchmesser; die einzelnen Stranglieder desselben erreichen, bei einer durchschnittlichen Länge eines ganzen Verzweigungssystems von 120 Mm., im Mittel eine Dicke von circa 3 Mm. im Durchschnitt; die Länge derselben richtet sich nach der Natur des Substrates: je mehr Hindernisse der Ausbreitung der Stränge entgegenstehen, desto mehr Verzweigungen, wie ich später genauer zeigen werde.

Der Stiel ist in den unteren Theilen stielrund, nach oben zu verflacht er sich allmählich. Die successive auf einander folgenden Gabeläste zeigen in ihrer Ausbildung insofern eine Verschiedenheit, als die Dicke derselben nach den successiven Ordnungen Schritt vor Schritt abnimmt; eine ähnliche Beziehung zwischen den Längen der einzelnen Glieder existirt nicht. Wenn mit I, II u. s. w. die von unten nach oben sich folgenden Glieder bezeichnet sein sollen, so messen die immer rechts stehenden

| | in die Dicke | und | in die Länge |
|---|---|---|---|
| I. | 20 Mm. | | 25 Mm. |
| II. | 15 - | | 25 - |
| III. | 15 - | | 170 - |
| IV. | 10 - | | 100 - |
| V. | 5 - | | 20 - |
| VI. | 4,5 - | | 12 - |
| VII. | 3,5 - | | 10 - |
| VIII. | 2,5 - | (breit) 0,5 Mm. (dick) | 6 - |

Die Oberfläche der Lamina ist durch kleine Wärzchen rauh; der Rand ist in den unteren Laminatheilen mit stumpfen Zähnchen besetzt. Die Länge der Lamina beträgt im vorliegenden Falle 200 Mm., die Breite etwa 30 Mm., die Dicke 0,15 Mm. Zu bestimmten Zeiten treten auf der Lamina beiderseits ziemlich grosse, eirunde, braune Flecke auf, 100 Mm. etwa lang, 25 breit; es sind dies die »Sori«. Das sie tragende Laminastück fällt im Laufe der Zeit ab und in Folge davon ist die Lamina dann zweihörnig. Die Blätter kommen niemals über die angegebene Grösse hinaus, während der Stiel z. B. eine Höhe von mehreren Metern und an der Basis Armesdicke erreichen kann, nach den Angaben von Hooker und Harvey.

Für die Feststellung der Zuwachsorte können aus der obenstehenden Beschreibung gewisse Anhaltspunkte gewonnen werden. Zuvörderst ist klar, dass an der Uebergangsstelle vom Stiel zur Lamina eine beständige Zufügung neuer Gewebetheile, einerseits zur Lamina, andererseits zum Stiele, stattfinden muss. Hier findet ferner die Gabelung des Stieles statt und zwar derart, dass dort eine, allmählich auch die Lamina von unten nach oben durchsetzende Längsspalte auftritt. Exemplare, bei denen zwei Gabeläste eine gemeinsame Lamina besitzen, gehören daher nicht zu den Seltenheiten. Jedes Glied des Stieles zeigt ferner Dickenwachsthum; ob auch Längenwachsthum, mag vorderhand dahin gestellt sein, da es nicht undenkbar ist, dass die Glieder schon am Vegetationspunkte verschieden lang angelegt werden. Der Lamina kommt sicher Breitenwachsthum zu. Bei den Gliedern des Wurzeltheils finden Längen- und Dickenwachsthum statt. Wie dies Alles sich vollzieht, soll im Folgenden nach Erörterung des anatomischen Baues darzulegen versucht werden.

## II. Anatomischer Bau.

Ich betrachte zunächst den Aufbau des Stieles. Die äusserste Zellenlage — cfr. für das Folgende Fig. 9 — des Stieles besteht überall aus Zellen von prismatischer Gestalt, deren Längsrichtung senkrecht zur Oberfläche steht. Inhalt ist in denselben reichlich vorhanden. Die Membran ist ungleich dick; den Inhalt umschliesst zunächst eine gleichmässig dicke, mit Chlorzinkjod hellviolett sich färbende Schicht, darauf folgt auf der Innenseite und den Seitenwänden eine etwa ebenfalls gleichmässig dicke Membranlage, die mit Chlorzinkjod keine Reaction als Quellung gibt; sie zeigt die gleichen Eigenthümlichkeiten wie die bei *Durv. Harveyi* beschriebene Gallerte und stellt wie jene zwischen benachbarten Zellen eine Mittellamelle dar; auf der

Aussenseite erweitert sich dieselbe zu einer beträchtlich dicken Schicht, die wie eine Cutikularschicht continuirlich die ganze äusserste Zellenlage überzieht. Sie zeigt die gleichen Eigenschaften, wie wir sie schon von *D. Harveyi* für die entsprechende Membranschicht kennen. Auf diese äusserste Zellenschicht — Epidermis — folgt eine Lage von Zellen, die gleiche Form und gleiche Membranbeschaffenheit besitzen, wie die Zellen der Epidermis; nur die Dimensionen sind verschieden. Während nämlich die Elemente der letzteren 0,016 Mm. hoch und 0,0064 Mm. breit resp. tief sind, messen die der ersteren bei würfelförmiger bis prismatischer Gestalt in die Höhe 0,0064—0,018 Mm., in die Breite und Tiefe 0,0064 bis zu 0,012 Mm. Sie sind dabei so gestellt, dass die kleinsten Zellen im Allgemeinen der Epidermis am nächsten liegen, woran sich dann nach innen successive grösser werdende Zellen anschliessen.

Dabei stehen die Zellen in der Regel mit der Richtung ihrer grössten Dimension senkrecht zur Oberfläche und sind unter einander zu ebenso verlaufenden Reihen angeordnet. Diese Lage von Zellen, die in verschiedenen Theilen des Stieles verschieden mächtig ist — in der Regel ist sie siebenschichtig, doch auch mehr —, soll als äussere Rinde bezeichnet werden. Bemerken will ich noch, dass sowohl die Zellen der Epidermis wie die der äusseren Rinde auf dem Querschnitt durch zarte Tangential- und Radialwände häufig gefächert sind.

Auf diese beiden Gewebelagen folgen nun, je nach dem Stieltheil, den man ins Auge fasst, verschiedene Gewebeformen. Ich betrachte zunächst den Stiel an der Uebergangsstelle zur Lamina. Es folgen dort prismatische bis würfelförmige Zellen mit stark verdickten Längs-, im Verhältniss dazu sehr zarten Querwänden (und einer das Zelllumen bei weitem nicht ausfüllenden Inhaltsmasse). Die Membran besteht aus einer innersten, durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen und violette Färbung bei Einwirkung von Chlorzinkjod ausgezeichneten Schicht, einer darauf folgenden, mit Chlorzinkjod sich bläuenden Lage und endlich der bekannten Gallerte. Querwände zeigen diese Differenzirung nicht. Im Mittel sind diese Zellen 0,019 Mm. lang, 0,016 Mm. breit. Es sind nun dieselben in zur Längsrichtung des Stieles parallele Reihen angeordnet, und solcher Zellreihen liegen etwa zehn Schichten unter der äusseren Rinde. Das Verhalten der einzelnen Zellen dieser Reihen ist aber durchaus nicht gleichartig. Schon in der dritten Reihe etwa treten einzelne Zellen — cf. Fig. 10 — auf, welche nach innen lange, hyphenartige Auswüchse treiben, die mit beträchtlich dicker Membran versehen, durch zarte Wände in einzelne Zellen septirt sind. In demselben Maasse, als der Abstand von der Epidermis zunimmt, tritt diese Erscheinung reichlicher auf, und in der Mitte des betreffenden Gliedes, nach der also von allen Seiten die Hyphen hinwachsen, ist schliesslich ein aus wirr verschlungenen Hyphen bestehendes Markgewebe vorhanden. Die einzelnen Hyphenzellen enthalten stets eine schleimige, mit Chlorzinkjod sich gelb färbende Inhaltsmasse. In diesem Markgewebe eingebettet liegt noch eine fernere Art von Zellen sehr charakteristischer Gestalt. Am besten vergleicht man dieselben der Form zweier auf einander gesetzten Trichter[1]). Diese Zellen sind sehr beträchtlich lang, stets, im aufgeblasenen Theile wenigstens, mit körnigem Inhalte gefüllt und besitzen eine zarte, structurlose, mit Chlorzinkjod sich bläuende Membran (Fig. 11). Sie sind zusammengestellt zu der Längsaxe parallelen, vereinzelt auftretenden Zellreihen, wobei Aufbauchung auf Aufbauchung trifft.

Wenig von der eben besprochenen Stelle entfernter liegende Partien des Stieles zeigen nun schon eine etwas veränderte Zusammensetzung. An die äussere Rinde schliesst sich ein aus prismatischen bis würfelförmigen Zellen gebildetes Gewebe an. Der Inhalt derselben ist auf eine im Verhältniss zum Lumen verschwindende Masse reducirt. Die Membran zeigt hier allseitig eine Schichtung in eine innerste, stets hell hervortretende und mit Chlorzinkjod violett sich färbende Schicht. Dann folgt eine etwa doppelt so dicke, mit Chlorzinkjod sich bläuende Lage, und dann endlich die bekannte Gallerte. Die Grösse dieser Zellen ist 0,036 Mm. in die Höhe, 0,018 Mm. in die Breite und Tiefe im Durchschnitt. Die einzelnen Zellen sind so gestellt, dass die Höhe der Längsrichtung des betreffenden Gliedes parallel, die Breite und Tiefe

[1]) Die gleichen Elemente treten nach Reinke (l. c. S. 373) bei *Laminaria saccharina* und, wie ich bestätigen kann, auch *L. Cloustoni* le Jol. auf. Etwas Anderes sind aber wohl die »Siebhyphen«, von denen Will bei *Macrocystis luxurians* spricht. Vergleiche hierzu die spätere Bemerkung.

darauf senkrecht steht, resp. sich damit kreuzt. Zu einem Gewebe sind sie derart verbunden, dass nach allen drei Raumrichtungen mehr oder weniger deutlich hervortretende Reihen entstehen. An diese Gewebelage schliessen sich nach innen zu successive länger und schmäler werdende Zellen von gleicher Beschaffenheit und Anordnung an. Die Länge beträgt im Mittel 0,069, die Breite 0,012 Mm. Nur insofern macht sich ein Unterschied geltend, als erstere Zellen in der Regel nur auf den tangentialen Wänden grosse Tüpfel tragen, während die letzteren solche ausserdem auf den Querwänden besitzen. Die Gesammtheit der aus den beiden eben beschriebenen Zellen bestehenden Gewebelage möge als innere Rinde bezeichnet sein. Auf letztere folgt dann das auch hier aus vielfach verschlungenen Hyphen bestehende Mark, in dem die bekannten tubaartigen Zellen ebenfalls vorhanden sind, ohne dass jedoch deren Anordnung in Reihen zu bemerken ist, ebensowenig wie der Ursprung der Hyphen so klar wie oben hervortritt. Höchstens liessen sich dieselben auf kurze Aussackungen der dem Marke unmittelbar anliegenden Schicht zurückführen, an die unmittelbar Hyphen sich anlegen.

In den successiven Gliedern des Stieles ist nun die Mächtigkeit der einzelnen Schichten verschieden, und gleichzeitig treten damit eine Reihe anderer Eigenthümlichkeiten auf. Der Markkörper zunächst, der auf dem Querschnitt stets spitzelliptisch ist, zeigt die grösste Gleichmässigkeit. An der Uebergangsstelle vom Stiel zur Lamina ist der ausschliesslich aus Hyphen bestehende Theil trocken 0,06 Mm. dick; wenn dazu das Gewebe genommen wird, das Hyphen treibt, etwa 0,18 Mm.; in ganz alten dicken Stengelgliedern dagegen beträgt die Dicke trocken kaum mehr als 0,2 Mm.; es findet somit mit zunehmendem Alter ein sehr wenig beträchtliches Dickenwachsthum statt. Ebenso unbedeutend ist das Dickenwachsthum der äusseren Rinde; in getrocknetem Zustande überschreitet dieselbe nach Schätzung kaum 0,1 Mm. Um so beträchtlicher dagegen ist die Dickenzunahme der inneren Rinde. Durch besondere Zahlenangaben brauche ich das nach dem Vorausgeschickten nicht mehr zu belegen. In der inneren Rinde tritt in älteren Stieltheilen ein System von um den Markkörper concentrisch gelagerten, abwechselnd dunkel und hell gefärbten Ringen hervor. Diese Erscheinung, die indessen bei mikroskopischer Betrachtung fast ganz verschwindet, rührt wohl daher, dass Lagen von Zellen verschiedener Ausdehnung in radialer Richtung auf einander folgen; wenigstens finde ich in einer Anzahl von Fällen, dass die Grössen der betreffenden Wände in zwei auf einander folgenden Ringen im Mittel sich verhalten wie 6 : 8,5. In ganz dicken Stammgliedern ist weiter das Gewebe zerklüftet durch ziemlich grosse, kugelförmige bis elliptische Hohlräume[1]) von etwa 0,25 Mm. Durchmesser. Dieselben sind in dem Marke parallele Reihen gestellt und von Zellen derselben Grösse wie die der umgebenden inneren Rinde umgrenzt; nur in zum Hohlraume radialer Richtung sind dieselben etwas zusammengepresst.

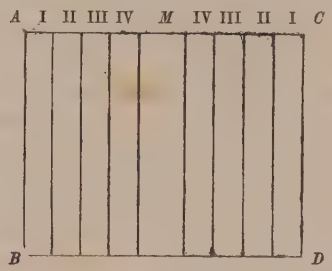
Bevor ich nun meine Schlussfolgerungen aus den vorhergehenden Angaben ziehe, wird es sich empfehlen, den ganz ähnlichen Bau der Lamina durchzusprechen. Die Lamina besteht (Fig. 12) wie der Stiel zunächst aus einer Epidermis, deren Zellen in ihrem Bau und Anordnung in jeder Hinsicht übereinstimmen mit denen der Stielepidermis, nur die Grösse ist verschieden; die Höhe ist 0,01, die Breite und Tiefe 0,006 Mm. Darauf folgt nun auf der Fläche eine etwa siebenschichtige Lage von Zellen, die, in Form und Gestaltung des Inhalts mit den Zellen der inneren Rinde des Stieles übereinstimmend, insofern von jenen eine Verschiedenheit zeigen, als der Membran die Tüpfel fehlen. Die Grösse dieser Zellen ist verschieden; die kleinsten liegen unmittelbar unter der Epidermis; nach innen reihen sich daran successive grösser werdende an. Bei ersteren beträgt die Höhe im Mittel 0,01, Breite und Tiefe 0,006 Mm.; bei letzteren messen beide Dimensionen im Mittel 0,025 Mm. Unter diesem Gewebe, das als Rinde bezeichnet sein möge, folgt endlich ein aus verschlungenen Fäden bestehendes Markgewebe, das Uebereinstimmung zeigt mit dem des Stieles. Die erwähnten tubaartigen Zellen ist mir hier nachzuweisen nicht gelungen. Am Rande, der, wie schon erwähnt, durch intensiv braune Färbung ausgezeichnet ist, folgt auf die Epidermis eine

[1]) Es ist mir nicht gelungen, Inhalt in diesen Hohlräumen nachzuweisen. Dadurch unterscheiden sie sich — ausserdem im Stiel durch ihre Lage — wesentlich von denen bei *Macrocystis* und *Laminaria*; dort sind sie immer mit Schleim gefüllt; die sie umschliessenden Zellen enthalten dort auch bräunlich gefärbten, das ganze Lumen erfüllenden Inhalt.

Schicht von Zellen, deren Grösse, Inhalt und (von der Aussenseite abgesehen) auch Wandstructur mit der der Epidermis übereinstimmt. Sie sind in zur Oberfläche etwa parallelen Querreihen angeordnet, deren jede in einer Epidermiszelle endet. Auf der Innenseite schliessen die mittleren Partien an das Mark, die seitlichen Partien an die Rinde an. Der Uebergang zu dieser letztbeschriebenen Schicht ist indessen kein plötzlicher, sondern findet nur allmählich statt. Die Zähnchen bestehen ausschliesslich aus einer vielschichtigen Lage solcher brauner Zellen, die noch von der Epidermis überspannt ist. Für die Lamina bemerkenswerth sind noch die kugelförmigen Hohlräume, die, von der Grösse abgesehen, wie die beschriebenen des Stiels beschaffen sind; sie finden sich zahlreich in der Rinde.

### III. Die Art des Zuwachses in Stiel und Lamina.

Was nun zunächst die Lage des oder der Zuwachsorte betrifft, so ist ohne Weiteres klar, dass im Stiel wenigstens überall die äusserste Zellschicht, die Epidermis, als eine Dickenzuwachszone fungirt. Nur das Verhalten der von ihr abgeschiedenen Zellen ist bei Stieltheilen verschiedenen Alters verschieden. An der Uebergangsstelle vom Stiel zur Lamina werden dieselben, nachdem sie sich jedenfalls, wie die zarten Wände in denselben beweisen, noch getheilt haben, zu langgestreckten, in Reihen angeordneten Elementen, die zu Fäden auswachsen, welche einen Markkörper bilden. Gleichzeitig wächst an der betreffenden Stelle der Stiel stark in die Länge, auch durch die Thätigkeit der Epidermis. Auf diese Weise ist eine beständige Vermehrung des Markes auch in der Längsrichtung an der Uebergangsstelle möglich. Eine nähere Erklärung glaube ich an dieser Stelle noch schuldig zu sein, obwohl mit obigem eigentlich genug gesagt ist[1]). Es stelle *A*, *B*, *C*, *D* ein Stück des fraglichen Stengeltheils vor; *M* sei das Mark, IV, III, II, I die zu beiden Seiten liegenden Gewebeschichten. Wächst nun I beiderseits beträchtlich in die Länge und können II, III, IV und *M* diesem Wachsthum durch Zellvermehrung nicht folgen, so muss nothwendig zunächst eine Streckung derselben eintreten; überschreitet nun aber das Längenwachsthum von I eine bestimmte Grenze, so wird nothwendig ein Riss eintreten müssen und zwar an der Stelle zunächst, wo der Zusammenhang am meisten gelockert ist. Im vorliegenden Falle wäre dies der Markkörper in erster, die ihn umschliessenden Gewebeschichten, deren Zellen durch Hyphen in ihrem Verbande gelockert sind, in zweiter Linie. Ein solcher Riss müsste consequenter Weise also auch hier vorhanden sein, wenn nicht gleichzeitig auch Dickenwachsthum




stattgefunden hätte. Es ist nun klar, dass durch Vermehrung der Elemente in radialer Richtung ein Druck ausgeübt werden kann auf die inneren Gewebepartien; sobald die letzteren daher irgendwie gelockert werden, werden die ihnen unmittelbar anliegenden Gewebepartien nach innen gerückt werden können. Wenn dies Aufeinandertreffen von vorher getrennten Gewebetheilen hier nun gar nicht hervortritt, so ist dies einerseits veranlasst durch die ziemlich vollkommene Isolirung der Zellen in den inneren Theilen durch Hyphen, andererseits durch die bekannte schleimige Beschaffenheit der Membranschichten. Durch diese Betrachtung finden wohl auch die tubaförmigen Zellen ihre Erklärung. Es sind dieselben die durch starkes Längenwachsthum gestreckten Zellen, resp. Zellreihen, deren Zusammenhang nicht gelockert wurde, und welche auch keine Hyphen ausgetrieben haben.

Die an der Uebergangsstelle von Stiel zur Lamina gebildeten Gewebetheile verhalten sich nun in ihrem meristematisch bleibenden Theil verschieden, je nachdem sie ersterem oder letzterer zugefügt werden. Im Stiele zunächst theilt sich die Epidermis überall weiter, und zwar findet vorwiegend Dickenwachsthum statt. Die von ihr nach innen

[1]) Dass an der Uebergangsstelle von Stiel zu Lamina der Punkt sich befindet, in dem vorwiegend ein Längenzuwachs zu letzteren beiden geschieht, ist durch Le Jolis für *Laminaria*, durch Reinke für *Alaria*, für *Macrocystis* durch Will bekannt. Keiner der genannten Forscher spricht sich aber deutlich darüber aus, wie er den Vorgang dort sich denkt.

abgeschiedenen Zellen wachsen nun aber nicht mehr in Hyphen aus, wenigstens vorderhand nicht, sondern werden zu Elementen des Parenchyms der inneren Rinde, nachdem sie in der äusseren Rinde noch weitere Theilungen erfahren haben. Der Markkörper erfährt gleichzeitig einen Dickenzuwachs. Derselbe vollzieht sich in der Art, dass die ihm anliegenden Zellen successive Fäden austreiben und schliesslich selbst in den Markkörper hineinrücken [1]).

Dass mit dem Dickenwachsthum auch ein Längenwachsthum des ganzen Gliedes verbunden sein muss, lehrt die Thatsache, dass die äussersten Zellen stets niedriger wie die inneren sind, dabei aber im lückenlosen Verbande stehen. Ausserdem sind ja die innersten, dem Markkörper anliegenden Zellen bedeutend in die Länge gestreckt.

Wie die Ringbildung mit dem Verlauf des Wachsthums zusammenhängt, ob sie z. B. Ausdruck einer bestimmten Periodicität ist, kann ich leider nicht mittheilen. Die Bildung von Hohlräumen in der Nähe des Markes ist wohl das Product von Spannungen in verschiedener Richtung.

In der Lamina weiter findet zunächst auch noch ein allseitiges Wachsthum in die Dicke statt, wodurch Elemente zum Mark und dann zur Rinde zugefügt werden. Während dann aber auf der Fläche das Wachsthum in die Dicke erlischt, oder wenigstens sicher nachweisbar nicht mehr vorhanden ist, und dort, wie die bekannte Ordnung der Rindenzellen beweist, die Epidermis der Fläche nur noch Zellen zufügt, erhält sich am Rande der meristematische Zustand immerwährend, in der Weise, dass von den Epidermiszellen ausgeht eine Bildung von zu Markzellen werdenden Elementen einerseits, andererseits auch eine Vermehrung von Epidermiszellen. Diese letzteren bilden zuerst, so lange sie auf dem Rande im engeren Sinne liegen, auch nur zu Markzellen werdende Elemente; in dem Maasse aber, in dem sie vom Rande auf die Fläche rücken, scheiden sie Zellen der Rinde ab, um schliesslich auch diese Thätigkeit einzustellen. Die Bildung der Hohlräume findet entweder an der Uebergangsstelle aus dem Stiel oder am Rande statt. In beiden Fällen ist dieselbe einem Auseinanderweichen von um einen Punkt herumliegenden Zellen in Folge starken Flächenwachsthums der Epidermis an der betreffenden Stelle zuzuschreiben. Die Zähnchen am Blattrande sind auf ein gesteigertes Wachsthum einzelner Stellen desselben zurückzuführen.

Was endlich noch die Entstehung der Spalten an der Uebergangsstelle sowie in der Lamina betrifft, so kommt dieselbe stets durch gewaltsames Auseinanderzerren des Gewebes zu Stande, wie an deren Rand sich befindende Fetzen abgestorbenen Gewebes beweisen. Wie man sich dieselbe zu denken hat, habe ich bei der Besprechung des gleichen Vorganges bei *Durvillaea Harveyi* Hook. fil. gezeigt. Der Wundverschluss erfolgt hier in der Art, dass die der Wundstelle nächstliegenden unverletzten Zellen sich zunächst mit tiefbraunem Inhalte füllen, dann sich theilen; aus dem so entstehenden Gewebe differenzirt sich die äusserste Schicht als eine Epidermis, die dann das Wachsthum in der bekannten Weise aufnimmt.

Die Beschaffenheit des Sorus (Fig. 13) ist von Hooker und Harvey in deren schon citirtem Werke auch für *Lessonia ovata* beschrieben. Agardh zieht deren Angaben zum Theil in Zweifel; daher soll auch hier noch kurz vom Sorus die Rede sein.

Der Sorus besteht aus zweierlei, ihm eigenthümlichen Zellen: 1) den Sporangien, eiförmigen, mit zahlreichen polyedrischen Körpern gefüllten Zellen mit zunächst dünner Membran und 2) den Paraphysen, keulenförmigen Zellen mit ziemlich dicker Membran und bräunlichem Inhalte im angeschwollenen Theile. Es stehen dieselben ohne bestimmte Regel an der Stelle der Epidermiszellen durch einander. Die ganze Fructificationsschicht ist continuirlich überdeckt von einer dicken Membranpartie, deren Structur mit der der Aussenmembran der Epidermis übereinstimmt, die an früherer Stelle bereits be-

---

[1]) Aus diesem Grunde möchte ich auch nicht behaupten, dass in ganz alten *Lessonia*stämmen die von Will als »Siebhyphen« bezeichneten Elemente fehlen, die in alten *Macrocystis*stämmen vorhanden sein sollen. Sie wären dann hervorgegangen aus Rindenzellen, deren Querwände getüpfelt sind. Die Siebhyphen, von denen Wille spricht (in »Siebhyphen bei den Algen«, Berichte d. d. bot. Ges. III. Heft. I. S. 29—31), sind wohl bald identisch mit den vorigen, bald wohl aber weiter nichts wie blasige Auftreibungen von Hyphenenden; in Folge des gegenseitigen Druckes der Hyphen wären dieselben dann entstanden. Das Vorkommen von Tüpfeln auf den Berührungsstellen der Wand, wie Will es angibt, konnte ich nach meinen Beobachtungen bei *Lessonia* nicht behaupten.

schrieben wurde. Mit Chlorzinkjod gibt diese Membranlage keine Färbung [1]).

Die Entwickelung der Paraphysen und Sporangien erfolgt jedenfalls aus Epidermiszellen und zwar durch Streckung derselben, die wohl verbunden ist mit Abgliederung eines kleinen Basalstückes; wenigstens vermittelt eine aus würfelförmigen kleinen Zellen bestehende Schicht (0,006 Mm. Seitenlänge) den Uebergang zur Rinde. Ueber die Differenzirung des Inhalts in den Sporangien kann ich nichts mittheilen.

### IV. Der Wurzeltheil.

Der Wurzeltheil besteht aus einer ihn meist allseitig umgebenden äussersten Zellenlage, darauf folgt eine im Durchschnitt 4—5-schichtige Rinde. Beide zeigen den bekannten Bau von Epidermis und äusserer Rinde des Stieles. Der ganze Innenkörper wird gebildet von prismatischen oder auch kugelförmigen Zellen, deren fester Inhalt meist reducirt ist auf einen im Verhältniss zum Zelllumen kleinen Körper. Die Membran zeigt die ebenfalls schon bekannte Schichtung in eine innerste zarte, mit Chlorzinkjod violett sich färbende Lage, eine darauf folgende, mit dem genannten Reagens sich bläuende Schicht und endlich die auch hier als Mittellamelle auftretende Gallerte. Tüpfel besitzt die Wandung dieser Zellen nicht. Sie sind zu einem lückenlosen Gewebe zusammengestellt in der Weise, dass die grössten Zellen in der Mitte liegen, successive kleinere von dort aus nach der Epidermis hin sich anreihen. Die letzteren sind in zur Oberfläche etwa senkrechten Reihen angeordnet und messen im Mittel in die Breite 0,02, in die Höhe 0,011 Mm.; die ersteren lassen eine solche regelmässige Anordnung nicht erkennen; ihr Durchmesser ist im Mittel 0,03 Mm. Wo der Wurzeltheil das Substrat berührt, sind die Membranen der äussersten Schicht sehr stark und ungleichmässig verdickt, nach innen vorspringende Zapfen und andere Verdickungsformen sind keine Seltenheiten. Die Membran ist in ihrer ganzen Dicke dabei gelbbraun gefärbt. Die Zuwachszone ist auch hier die Epidermis, und zwar erfolgt das Wachsthum überall ungefähr mit gleicher Intensität; speciell die Spitze eines Stranges weist durch nichts darauf hin, dass dort ein besonders starker Zuwachs stattfindet. Damit ist nicht gesagt, dass auch nach allen Richtungen gleichmässig starker Zuwachs erfolgt. Die Form weist schon darauf hin, dass eine Vermehrung der Zellen in zur Oberfläche paralleler Richtung überwiegend stattfindet. Trifft irgend ein Theil, in der Regel wird es die Spitze sein, auf einen Widerstand, so erlischt dort unter Eintreten der beschriebenen Erscheinung die Theilungsfähigkeit der Epidermis; eine oder mehrere benachbarte Partien der äussersten Zellenlage übernehmen in der betreffenden vorherrschenden Wachsthumsrichtung die Führung. Dadurch entstehen begreiflicher Weise Verzweigungen. Auf diese Art ist es wohl zu erklären, wenn die vielleicht durch innere Ursachen regelmässig dichotomisch angelegte Verzweigung — der Schluss aus dem Verhalten des Stieles mag erlaubt sein — verdeckt ist.

### V. Vergleich mit anderen *Laminarieen*.

Hier möge es mir nun noch gestattet sein, eine kurze vergleichende Uebersicht über den heutigen Stand unserer Kenntnisse vom anatomischen Bau der *Laminarieae* zu geben. Eine Uebersicht nach der äusseren Gliederung ist schon von Rostafinski in einer, nur in einem Referat bekannten Arbeit (Académ. royale de Belgique. Extrait du Bull. II. Sér. t. XIII: Nr. 12) versucht worden. Ich muss hier meine Vergleichung beschränken auf die vier Gattungen *Alaria*, *Laminaria*, *Lessonia* und *Macrocystis*. Diese sämmtlich zeigen zuvörderst fast vollkommene Uebereinstimmung im Bau ihres Gewebes und in der Anordnung der einzelnen Gewebearten.

Im Stiele zunächst ist der innnere, mittlere Theil überall gebildet von einem aus unregelmässig verschlungenen Zellreihen zusammengesetzten Gewebe, in dem einzelne Zellen an ihren Enden blasig aufgetrieben, bei *Macrocystis* wohl auch mit besonderer Membranstructur versehen sind, und welche letzteren, wie es scheint, eine bestimmte, gesetzmässige Anordnung besitzen. Während nun dies Gewebe bei *Macrocystis* und *Lessonia* gegen das umgebende im alten Stamm scharf abgesetzt ist, geht bei *Laminaria*, soweit das mir vorliegende Material ein Urtheil gestattet, der Uebergang ganz allmählich vor sich in

[1]) Oefters zeigt sich allerdings dieselbe in der unmittelbar über einer Zelle liegenden Partie tief blau gefärbt. Ich bin jedoch, da dies Verhalten nicht constant ist, geneigt, anzunehmen, dass tiefer liegende Zellen sich so verschoben haben, dass durch die äusserste Membranlage hindurch die Färbung derselben sichtbar wird.

der Weise, dass vom Markkörper vereinzelte Hyphen zwischen die Zellen des nun folgenden Parenchyms der inneren Rinde eindringen, so dass also bei letzteren beiden Arten der Zustand, wie er eben beschrieben ist, für die Uebergangsstelle von Stiel zu Lamina, auch im alten Stamm noch vorhanden ist, wenn auch nicht so scharf ausgeprägt. Daran reihen sich dann bei *Lessonia*, *Macrocystis* und *Laminaria* die uns von ersterer her bekannten Gewebeformen, bei *Alaria* scheint die äussere Rinde — die Untersuchungen erstrecken sich nur auf den jungen Stiel — zu fehlen. Der Bau der Zellen ist dabei ungefähr übereinstimmend.

Der Vorgang in der Längenzuwachsregion scheint mir überall der zu sein, wie ich ihn oben für *Lessonia* schilderte.

Der Bau der Lamina zeigt bei *Lessonia*, *Macrocystis* und *Laminaria* Uebereinstimmung. Der von *Alaria* zeigt insofern Verschiedenheit, als dort eine, den Stiel fortsetzende Mittelrippe vorhanden ist, in der das Markgewebe besonders stark auftritt. Ferner kommen hier von Reinke Sprossfäden genannte Auswachsungen der Epidermis vor. Die ersteren drei Gattungen besitzen im Rande der Lamina eine nach allen Beobachtungen ununterbrochen thätige Zuwachszone, für *Alaria* ist ähnliches nicht bekannt.

Auf andere anatomische Unterschiede ist schon in den Bemerkungen zu *Lessonia* aufmerksam gemacht worden.

Im Gange des Wachsthums ist *Laminaria Clouston*i Le Jol. vor allen übrigen, soweit sich das beurtheilen lässt, ausgezeichnet durch strenge Periodicität und zwar wohl der Art, dass zu einer bestimmten Zeit des Jahres am Längen-Zuwachspunkt eine Wachsthumsintensität herrscht, welche die zu jeder anderen Zeit beträchtlich überwiegt.

Strassburg, 1. Juli 1885.

## Figurenerklärung.

*Durvillaea Harveyi* Hook. fil.

Fig. 1—3. Wuchsformen junger Exemplare und Lacinienverzweigungen.

Fig. 4. Längsschnitt durch die Scheibe eines jungen Pflänzchens; in NaCl und später in ZnClJ liegend.

Fig. 5. Ebensolcher von einem etwas dickeren Scheibenstückchen. In beiden Fällen nur die Zelllumina gezeichnet.

Fig. 6. Epidermis auf dem Querschnitt; in ZnClJ.

Fig. 7 und 8. Markzellen, isolirt durch Einlegen des Gewebes in Wasser.

*Lessonia ovata* Hook. et Harv.

Fig. 9. Querschnitt durch Epidermis und äussere Rinde einer älteren Stielpartie.

Fig. 10. Zu Hyphen auswachsende Zellen aus der Uebergangsstelle von Stiel zur Lamina; vergleiche auch hierzu die Figuren 1 und 4 in Wills citirter Arbeit.

Fig. 11. Trompetenförmige Zellen von demselben Orte.

Fig. 12. Querschnitt durch die Lamina.

Fig. 13. Querschnitt durch den Sorus.

# Curriculum vitae.

Geboren wurde ich, Tobias Eduard Josef Grabendörfer, den 1. März 1862 zu Waldshut als Sohn des verstorbenen Grossherzogl. Bad. Oberingenieurs Franz Josef Grabendörfer, und seiner Ehefrau Justine, geb. Beck. Bis zu meinem 12. Jahre besuchte ich die Volksschule zu Triberg; Ostern 1874 trat ich in das Realgymnasium zu Karlsruhe, Herbst 1875 in das Gymnasium zu Heidelberg ein. Letztere Anstalt entliess mich Herbst 1881 mit dem Zeugniss der Reife zur Universität. Darauf bezog ich die Universität Heidelberg, wo ich während 4 Semestern Vorlesungen hörte bei den Herren Professoren Bunsen, Bütschli, Fuchs, Pfitzer, Quincke, Beruthsen, Cantor, Rossmann, Rummer; während der ersten beiden Semester diente ich zugleich als Einjährig-Freiwilliger beim Grenadier-Regiment »Kaiser Wilhelm«, Nr. 110. Herbst 1883 ging ich für ein Semester auf die Universität München; meine Lehrer waren dort die Herren Professoren Baeyer, Groth und Radlkofer. Seit Ostern 1884 studire ich auf der hiesigen Kaiser-Wilhelms-Universität und besuchte hier die Vorlesungen, resp. Uebungen der Herren Professoren de Bary, Benecke, Bücking, Fittig, Kundt, Schmidt, Rose, Zacharias und Dr. Wortmann.

Meinen verehrten Lehrern allen, insbesondere aber Herrn Professor de Bary, spreche ich hier meinen besten Dank aus für alle Belehrung und Anregung, die sie mir jederzeit zu Theil werden liessen.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

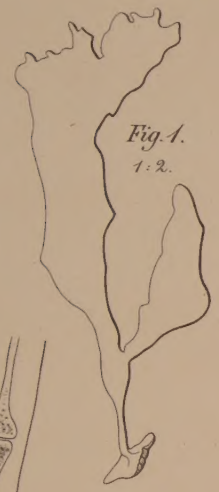


Fig. 1.
1:2.

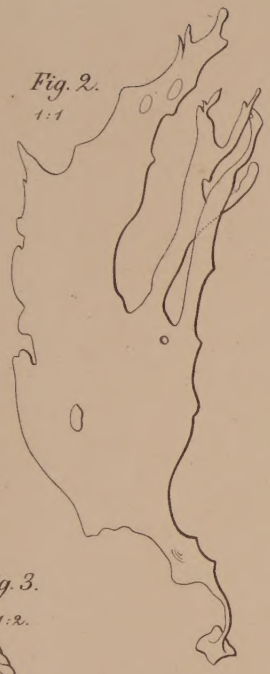


Fig. 2.
1:1

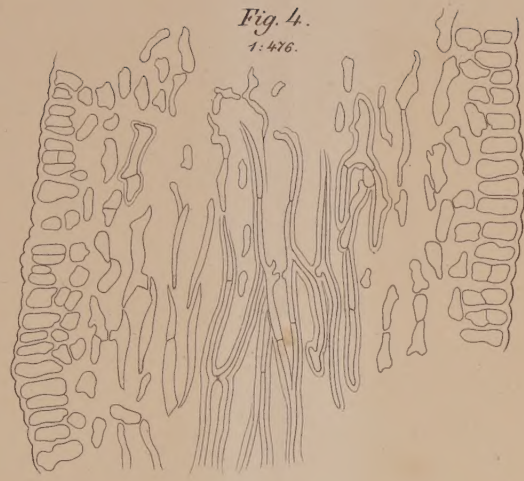


Fig. 4.
1:476.

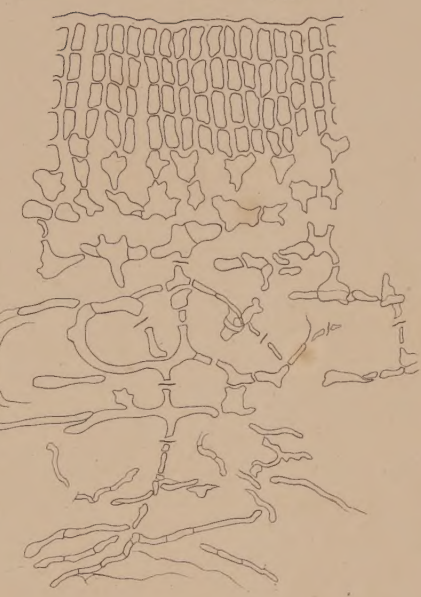


Fig. 5. 1:476.

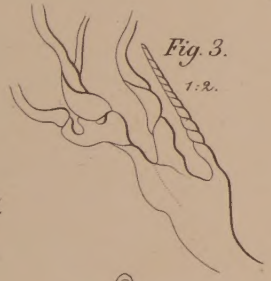


Fig. 3.
1:2.

Fig. 7.
1:750.

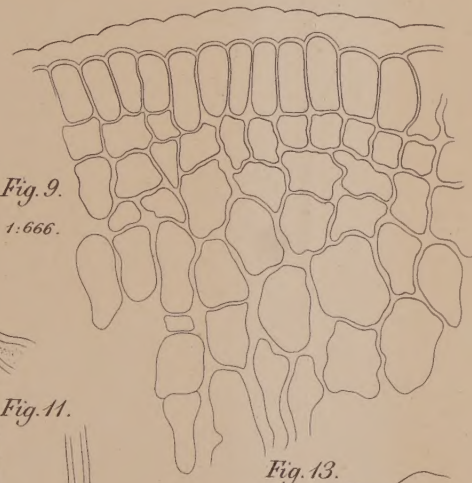


Fig. 9.
1:666.

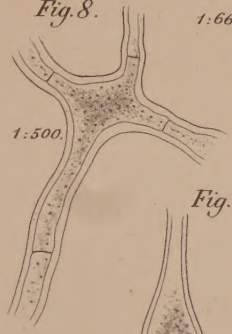


Fig. 8.
1:500.

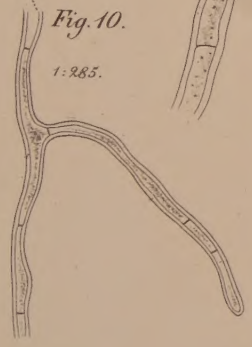


Fig. 10.
1:285.

Fig. 11.
1:666.

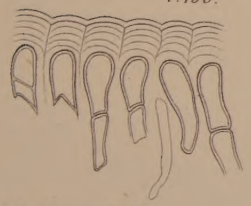


Fig. 6.
1:750.

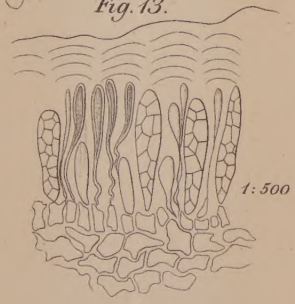


Fig. 13.
1:500

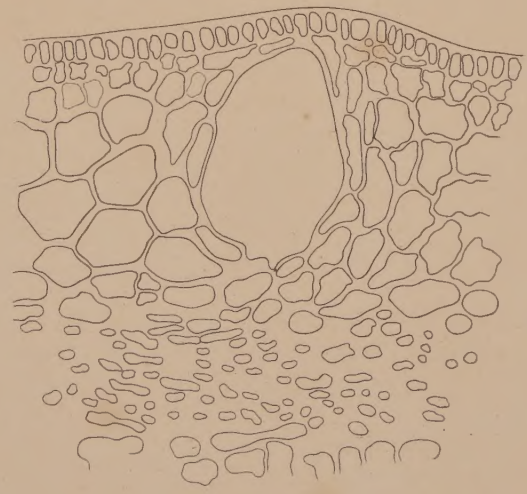


Fig. 12. 1:285

J. Grabendörfer del.

C.F. Schmidt lith.